

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 30 122 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 43 30 122.3  
㉔ Anmeldetag: 6. 9. 93  
㉕ Offenlegungstag: 10. 3. 94

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 M 7/08**  
G 01 N 3/30  
G 05 D 16/00  
G 05 D 15/00

DE 43 30 122 A 1

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
07.09.92 DE 42 29 850.4

⑦① Anmelder:  
Messring Prüfanlagen MPG GmbH, 82166 Gräfelfing,  
DE

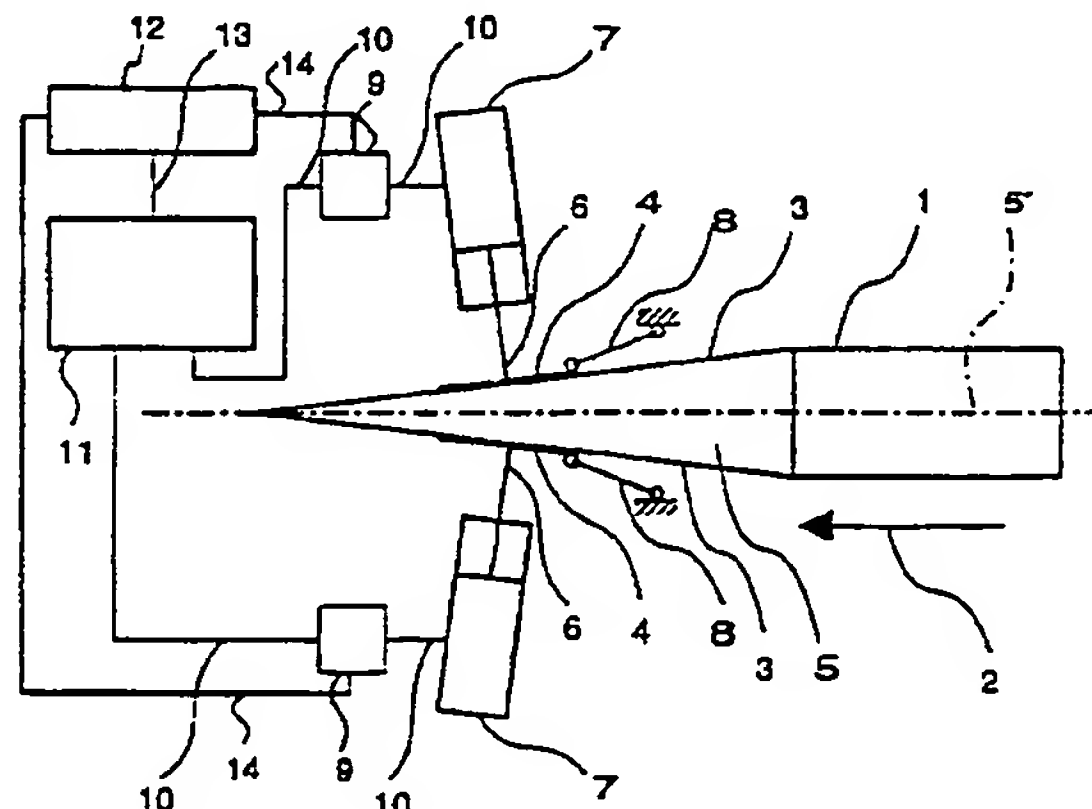
⑦④ Vertreter:  
Lesser, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 85276 Pfaffenhofen

⑦② Erfinder:  
Weber, Robert, Dipl.-Ing., 85250 Altomünster, DE;  
Führer, Ulrich, Dipl.-Ing., 80636 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hydraulisches Energievernichtungs-System zur kurzzeitigen Abbremsung mit programmierbarer Verzögerungs-Zeitfunktion und Verfahren zu dessen Betreiben

⑤⑦ Beschrieben wird ein hydraulisches Energievernichtungs-System für die Simulation von Crash-Versuchen mittels kurzzeitiger Abbremsung eines bewegten Gegenstandes (1) mit mindestens einer aus zwei Bremsseinheiten bestehenden Bremse, deren eine im wesentlichen ortsfest und deren andere mit dem Gegenstand beweglich ist, wobei die eine Bremsseinheit eine Bremsfläche (3) und die andere Bremsseinheit ein Bremsbelag (4) ist, die eine Bremsseinheit auf die andere Bremsseinheit hydraulisch ansteuerbar ist und der Druck der einen Bremsseinheit auf die andere Bremsseinheit mittels einer Steuerung (12; 19 und 21) regelbar ist. Bei einem Verfahren zum Betreiben des Energievernichtungs-Systems wird der auf die Bremse(n) ausgeübte Druck mittels der Ventile bzw. eines durch eine Blende hindurch geschobenen Dorn mit unterschiedlichen Durchmessern entsprechend einer programmierbaren Verzögerungs-Zeitfunktion gesteuert. Dadurch wird ein Energievernichtungs-System zur kurzzeitigen Abbremsung mit vorgegebener Verzögerungs-Zeitfunktion und ein Verfahren zu dessen Betreiben geschaffen, mit dem Crash-Tests kostengünstiger und besser simuliert werden können.



DE 43 30 122 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 94 308 070/693

12/41

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Energievernichtungs-System zur kurzzeitigen Abbremsung mit vorgebbbarer Verzögerungs-Zeitfunktion und ein Verfahren zu dessen Betreiben.

## Stand der Technik

Um zu testen, wie sich Kraftfahrzeuge und deren Bauteile bei einem Unfall verhalten, insbesondere bei einem Auffahrunfall, werden sogenannte Crash-Tests durchgeführt. Dazu wird das Fahrzeug auf eine bestimmte Geschwindigkeit beschleunigt und fährt dann auf eine Mauer bzw. einen festen Betonblock. Die einzelnen Phasen des Aufprall werden mittels schnell-laufernder Kameras und einer Vielzahl von Meßinstrumenten ermittelt und später ausgewertet.

Nach einem solchen Crash-Test ist das dabei verwendete Fahrzeug nur mehr Schrott. Ein solcher Versuch ist deshalb sehr teuer.

Um zu testen, wie sich einzelne Bauteile, wie z. B. Lenkräder, Rückhalte-Systeme, wie Sicherheitsgurte oder der sogenannte Air-Bag, im Falle eines Unfalls verhalten, ist es nicht unbedingt notwendig, ein Fahrzeug gegen eine Mauer fahren zu lassen. Man kann dazu z. B. ein Lenkrad, einen Sitz mit einem darauf angebrachten Dummy und das zu prüfende Rückhaltesystem auf einem Prüfschlitten anbringen. Dieser Prüfschlitten wird z. B. mittels eines Trolleys auf eine bestimmte Geschwindigkeit beschleunigt und dann nach Trennung von dem Trolley abrupt abgebremst.

Das Abbremsen erfolgt dabei bisher im wesentlichen nach zwei verschiedenen Verfahren.

So kann in einer ortsfesten und stabilen Halterung, wie z. B. ein schwerer Betonklotz, ein Hydraulikzylinder angeordnet sein, dessen ausgefahrener und unter Druck stehender Kolben von dem abzubremsenden Prüfschlitten in den Zylinder gestoßen wird. Dabei kann der Zylinder in mehrere in Richtung der Zylinderachse nacheinander angeordnete Kammern aufgeteilt sein, deren jede über ein spezielles Ventil Hydrauliköl aus dem Zylinder ausfließen läßt. Durch spezielle Einstellung der einzelnen Ventile kann eine bestimmte Verzögerungs-Zeitfunktion des Prüfschlittens erreicht werden.

Ein solches System ist jedoch insbesondere für kleinere Zuliefer-Firmen zu teuer. Der gesamte "Bremsweg" des Prüfschlittens, den dieser von der ersten Berührung des Kolbens bis zum seinem Stillstand durchfährt, beträgt zwischen 500 mm und 1000 mm, dementsprechend muß auch der Kolben in dem Hydraulikzylinder um diese Länge verschiebbar sein. Da die nacheinander angeordneten Ausgänge aus dem Zylinder zu den z. B. sechs geregelten Ventilen immer an der gleichen Stelle des Zylinders angeordnet sind, ist das Erstellen einer bestimmten Aufprall-Brems-Verzögerung nicht optimal für verschiedene Verzögerungs-Zeitfunktionen möglich.

Bei einem anderen Prüfverfahren ist an dem Prüfschlitten ein in Fahrtrichtung nach vorne gerichteter Dorn angeordnet und es sind quer zur Fahrtrichtung des Prüfschlittens mehrere Bleche angeordnet, die gegen ein Verschieben in Fahrtrichtung des Prüfschlittens ortsfest gehalten werden. Die bei einem Versuch verwendeten Bleche sind hintereinander mit unterschiedli-

chem Abstand angeordnet und haben gemäß einer speziellen bekannten Ausführung auch verschiedene Formen. Auch können dickere und dünnere Bleche oder auch zwei oder mehrere Bleche unmittelbar hintereinander benutzt werden. Bei einem Crash-Test durchstößt der Dorn des abzubremsenden Prüfschlittens die einzelnen Bleche nacheinander, so daß sich je nach Anordnung und Ausbildung der einzelnen Bleche eine bestimmte Verzögerungs-Zeitfunktion ergibt.

Bei diesem Crash-Test ist es notwendig, immer wieder eine Vielzahl neuer Bleche einzusetzen, da einmal verwendete Bleche nicht wieder verwendet werden können. Dieses Verfahren ist deshalb bei der Benutzung relativ teuer.

Bis ein Automobil bzw. seine einzelnen Bauteile mittels Crash-Tests voll überprüft ist, werden eine Vielzahl solcher Tests durchgeführt. So werden bei der Entwicklung des Fahrzeugs bzw. der einzelnen Bauteile laufend Crash-Tests durchgeführt. Auch verlangt die Automobil-Industrie von den Zuliefer-Firmen inzwischen eigene Tests, so daß beispielsweise ein Hersteller von Sicherheitsgurten z. B. jeden 1000. Sicherheitsgurt einer Serienproduktion in einem Crash-Test prüfen muß, bevor ein solches Kontingent an den Automobil-Hersteller geliefert wird.

## Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Energievernichtungs-System zur kurzzeitigen Abbremsung mit vorgebbbarer Verzögerungs-Zeitfunktion und ein Verfahren zu dessen Betreiben zu schaffen, mit dem Crash-Tests kostengünstiger und besser simuliert werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein Energievernichtungs-System gemäß Anspruch 1 gelöst. Das erfindungsgemäße hydraulische Energievernichtungs-System für die Simulation von Crash-Versuchen mittels kurzzeitiger Abbremsung eines bewegten Gegenstandes weist mindestens eine aus zwei Bremseinheiten bestehende Bremse auf, deren eine Bremseinheit im wesentlichen ortsfest und deren andere Bremseinheit mit dem Gegenstand beweglich ist. Dabei ist die eine Bremseinheit eine Bremsfläche und die andere Bremseinheit ein Bremsbelag und die eine Bremseinheit ist auf die andere Bremseinheit hydraulisch ansteuerbar. Der Druck der einen Bremseinheit auf die andere Bremseinheit ist mittels einer Steuerung regelbar.

Zweckmäßigerweise ist die die eine Bremseinheit bildende Bremsfläche an dem bewegten Gegenstand starr angeordnet, während die andere Bremseinheit den Bremsbelag bildet und hydraulisch ansteuerbar ist.

Der abzubremsende Gegenstand, d. h., der Prüfschlitten mit den für den Test notwendigen Bauteilen, wird gemäß der Erfindung mittels Reibungsbremsen abgebremst. Diese unterliegen zwar auch einem gewissen Verschleiß, sie können jedoch sehr oft benutzt werden, bevor ein Austausch der Bremsbeläge notwendig ist.

Vorzugsweise ist die eine Bremseinheit, insbesondere der Bremsbelag, an dem Kolben eines Hydraulikzylinders angelenkt.

Dadurch, daß eine Bremse mit Bremsfläche und Bremsbelag benutzt wird, kann der Weg des Kolbens des die Bremse steuernden Hydraulikzylinders verglichen mit dem eingangs beschriebenen System sehr kurz gehalten werden. Aufgrund der beschriebenen Anordnung der Bremse und des damit verkürzten Stellweges des Kolbens des Hydraulikzylinders wird eine wesent-

lich höhere Regelgeschwindigkeit gegenüber den bekannten hydraulischen Energievernichtungs-Systemen erreicht.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform schließen die Bremsseinheiten mit der Bewegungsrichtung des Gegenstandes einen Winkel ein. Dadurch drückt die in Bewegungsrichtung des Gegenstandes schräg angestellte Bremsfläche während der Bewegung des Gegenstandes auf den Bremsbelag und schiebt dabei den Kolben des Hydraulikzylinders in diesen hinein, wodurch sich der Druck in dem Hydraulikzylinder erhöht.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist an dem Hydraulikzylinder, an dessen Kolbenstange ein erster Bremsbelag angelenkt ist, über ein Gestänge ein zweiter Bremsbelag angeordnet, dessen Wirkrichtung der Wirkrichtung des ersten Bremsbelages entgegengesetzt ist. Bei dieser Ausführungsform ist somit nur ein Hydraulikzylinder vorhanden, der jedoch zwei Bremsbeläge bewegt. Dabei ist der Hydraulikzylinder selbst senkrecht zur Bewegungsrichtung des bewegten Gegenstandes beweglich, d. h., er kann auf die Achse des bewegten Gegenstandes zu bewegt werden und wird nach Kontakt der an dem bewegten Gegenstand angeordneten Bremsflächen mit den mit ihm verbundenen Bremsbeläge von dieser Achse weg bewegt.

Gemäß einer weiteren grundsätzlichen Ausführungsform der Erfindung sind zwei sich gegenüberliegende Bremsbeläge jeweils über ein Verbindungsmittel 29, wie Stange od. dgl., je an einem Hebel angelenkt, die beiden Hebel ortsfest, aber verschwenkbar angeordnet und der eine Hebel ist an dem Hydraulikzylinder und der andere Hebel an dem Kolben des Hydraulikzylinders angelenkt.

Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung ist der Hydraulikzylinder über mindestens ein Ventil mit einem Hydraulikaggregat verbunden. Das Hydraulikaggregat pumpt vor Versuchsbeginn Hydrauliköl in den Hydraulikzylinder um einen bestimmten Druck zu erhalten.

Wird nun während der relativen Bewegung der Bremsfläche zum Bremsbelag der Druck höher, so kann der Druck in dem Hydraulikzylinder durch Ablassen einer bestimmten Menge Hydrauliköls mit einer bestimmten Geschwindigkeit über ein steuerbares Ventil abgebaut werden. Dadurch ändert sich auch die Bremswirkung.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung wird das Ventil von einer speicherprogrammierbaren Steuerung angesteuert. Vorzugsweise ist mindestens ein Ventil durch die speicherprogrammierbare Steuerung regelbar, um den Druck im Hydraulikzylinder zu entlasten. Bekanntlich kann man die Regelung eines Hydraulikzylinders besser und schneller durch Entlasten, als durch Belasten vornehmen.

Die Regelung des Ventils kann nun so vorgenommen werden, daß die auf den bewegten Gegenstand ausgeübte Bremswirkung entsprechend einer konstanten Verzögerungs-Zeitfunktion abläuft, wobei diese bekannte Verzögerungs-Zeitfunktion der von vollständigen Crash-Tests, bei denen das komplette Fahrzeug auf eine Mauer fährt, entspricht.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist in dem Hydraulikzylinder an dem Kolben in dessen Achse ein Dorn angeordnet, der durch eine in dem Hydraulikzylinder angeordnete Blende bewegbar ist und über seine Länge unterschiedliche Durchmesser aufweist. Wird der Kolben beim Crash-Versuch belastet, muß Hydraulikflüssigkeit zwischen dem Dorn und

der Blende hindurchströmen. Wegen der unterschiedlichen Durchmesser des Dorns ist der Strömungsquerschnitt je nachdem wie weit der Kolben eingeschoben ist unterschiedlich, wodurch sich auch der Widerstand gegen das Verschieben des Kolbens entsprechend der axialen Verschiebung des Kolbens ändert.

Vorzugsweise teilt die Blende den Hydraulikzylinder in zwei Zylinderräume auf, wobei insbesondere in dessen einem Raum der Kolben angeordnet ist und in dessen anderem Raum eine Öffnung angeordnet ist, die über eine Leitung mit einem Hydraulikaggregat verbunden ist.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform sind der Dorn und vorzugsweise auch die Blende gegen geometrisch anders geformte Dorne bzw. Blenden austauschbar. Durch die Geometrie des jeweiligen Dorns und der jeweiligen Blende wird praktisch jeweils eine vorgegebene Verzögerungs-Zeitfunktion gesteuert.

Dadurch, daß die Verstellwege in dem Hydraulikzylinder wesentlich kürzer sind, als bei dem oben beschriebenen bekannten hydraulischen Energievernichtungs-System kann mit dem erfindungsgemäßen Energievernichtungs-System die Verzögerungs-Zeitfunktion sehr genau nachgestellt werden.

Vorzugsweise sind mehrere Bremsen vorgesehen, deren Bremsseinheiten miteinander einen Winkel einschließen, dessen Spitze in Bewegungsrichtung des Objektes gesehen vorne angeordnet ist. Dadurch werden die einzelnen, die Bremsbeläge haltenden Kolben in die Hydraulikzylinder hineingestoßen und die Kräfte bzw. Drücke verteilen sich auf mehrere Hydraulikzylinder.

Zweckmäßigerweise ist ein die jeweils eine Bremsseinheit der mehreren Bremsen bildendes Bauteil pyramiden- oder keilförmig oder pyramiden- oder keilstumpfförmig ausgebildet. Bei einem keil- bzw. keilstumpfförmigen Bauteil ergeben sich zwei zwischen sich einen Winkel einschließende ebene Bremsflächen, bei einem pyramiden- bzw. pyramidenstumpf-förmigen Bauteil ergibt sich eine der Anzahl der Pyramiden-Seitenflächen entsprechende Anzahl von Bremsflächen. Da die Bremsfläche und die Bremsbeläge die einzigen Verschleißteile dieses Energievernichtungs-Systems sind, ist dieses Energievernichtungs-System sehr preisgünstig zu betreiben, da die ebenen Bremsflächen bei Verschleiß einfach nachbearbeitet werden können, ebene Bremsbeläge gleichmäßig belastet werden und billiger als uneben ausgebildete Bremsbeläge sind.

Da die Bremsbeläge und damit auch die Bremsflächen eine gewisse Breite quer zur Bewegungsrichtung des Gegenstandes aufweisen müssen, ist einerseits ein keilförmiges, andererseits ein pyramidenstumpf-förmiges Bauteil gegenüber einem keilstumpf-förmigen bzw. pyramidenförmigen Bauteil vorzuziehen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben des Energievernichtungs-Systems wird der auf die Bremse(n) ausgeübte Druck mittels der Ventile entsprechend einer programmierbarer Verzögerungs-Zeitfunktion gesteuert.

Werden in die speicherprogrammierbare Steuerung die Brems-Daten, nämlich die Verzögerungs-Zeitfunktion, von realen Crash-Tests mit vollständigen Fahrzeugen, die gegen eine Mauer bzw. einen festen Betonblock gefahren wurden, eingegeben, so kann die Steuerung die Ventile so betätigen, daß der bewegte Gegenstand entsprechend dieser Zeitfunktion abgebremst wird. Dadurch daß die die Bremsen betätigenden Hydraulikzylinder nicht in Bewegungsrichtung des Gegenstandes angeordnet sind, sondern fast senkrecht dazu, reichen



geringe Kolbenbewegungen aus, um die Bremskraft laufend zu verändern. Dadurch erst wird es möglich die Bremskraft innerhalb des Bereiches einer Milli-Sekunde zu variieren. Durch die zur Bewegungsrichtung fast senkrechte Anstellung der Hydraulikzylinder wird erreicht, daß die Hydraulikzylinder zum Einstellen der Bremskraft im wesentlichen nur entlastet werden müssen, da der abzubremsende Gegenstand über das die Bremsflächen bildende Bauteil die Hydraulikzylinder immer mehr belastet.

Bei dem weiterhin beanspruchten Verfahren wird der auf die Bremse(n) ausgeübte Druck mittels der geometrischen Form des Dorns entsprechend einer vorgegebenen Verzögerungs-Zeitfunktion gesteuert. Die Geometrie des Dorns und der dabei benutzten Bremse läßt sich aus der vorgegebenen Verzögerungs-Zeitfunktion berechnen.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Energievernichtungs-Systems;

Fig. 2 ein Diagramm, welches die Beschleunigungswerte über den Verlauf der Zeit bei einem Crash-Versuch darstellt;

Fig. 3 bis 6 verschiedene Ausbildungen eines Bremsflächen-Bauteiles;

Fig. 7 einen Hydraulikzylinder einer von Fig. 1 abweichenden Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Energievernichtungs-Systems gemäß einer weiteren Ausführungsform, und

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Energievernichtungs-Systems gemäß einer dritten Ausführungsform.

#### Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung

Ein Energievernichtungs-System besteht im wesentlichen aus einem Prüfschlitten 1, der z. B. auf nicht dargestellten Schienen in Richtung des Pfeiles 2 verfahr- und rollbar ist, und einer Bremseinrichtung, die — gemäß Fig. 1 — durch zwei Bremsen gebildet wird.

Die Bremsen weisen je eine Bremsfläche 3 und einen Bremsbelag 4 auf. Die Bremsflächen 3 werden hier durch einen Bauteil 5 gebildet, welches keil- oder pyramidenförmig oder keil- oder pyramidenstumpfförmig ausgebildet ist (Fig. 3 bis 6). Dieses Bauteil 5 ist — hier — an dem Prüfschlitten 1 starr befestigt und wird mit diesem in Fahrtrichtung (Pfeil 2) des Prüfschlittens 1 bewegt. Dieses Bauteil 5 weist eine Längsachse 5' auf.

Bei zwei Bremsen (vgl. Fig. 1) wird ein Keil (vgl. Fig. 3) oder Keilstumpf verwendet. Die beiden den Keil bzw. Keilstumpf bildenden Flächen schließen einen Winkel zwischen  $0^\circ$  und  $30^\circ$  ein, wobei dieser Winkel vorzugsweise im Bereich zwischen  $5^\circ$  und  $20^\circ$  liegt.

Wird ein pyramidenförmiges oder pyramidenstumpfförmiges Bremsflächen-Bauteil 5 (Fig. 4 bis 6) verwendet, so entspricht die Anzahl der Bremsbeläge der Anzahl der Seitenflächen der Pyramide, d. h., bei einem pyramidenstumpfförmigen Bauteil 5 mit sechs, die Bremsflächen 3 bildenden Seitenflächen sind auch sechs Bremsbeläge angeordnet.

Jeweils ein Bremsbelag 4 ist so angeordnet, daß er auf einer Bremsfläche 3 aufliegen kann, d. h., die Fläche des Bremsbelages ist gegenüber der Fahrtrichtung (Pfeil 2) des Prüfschlittens 1 entsprechend des Winkels der zuge-

ordneten Bremsfläche 3 schräg angestellt, so daß die Fläche des Bremsbelages 4 parallel zur Fläche der zugeordneten Bremsfläche 3 liegt.

Der einzelne Bremsbelag 4 ist mit dem einen Ende eines Kolbens 6 eines Hydraulikzylinders 7 verbunden, wobei die Bewegungsrichtung des Kolben 6 in dem Hydraulikzylinder 7 — hier — auf der Fläche des Bremsbelages 4 senkrecht steht. Weiterhin wird der Bremsbelag 4 durch eine Gelenkanbindung 8 gegen Verschieben in Richtung des Pfeiles 2 ortsfest gehalten.

Die einzelnen Hydraulikzylinder 7 sind ebenfalls ortsfest gehalten, wobei ihre Lage dadurch bestimmt wird, daß bei voll in die Hydraulikzylinder 7 eingeschobenen Kolben 6 die Bremsbeläge 4 maximal voneinander beabstandet sind und bei voll ausgefahrenen Kolben 6 die Bremsbeläge minimal voneinander beabstandet sind.

Die Länge des Bremsflächen-Bauteils 5 muß etwas länger sein, als der maximal erreichbare Bremsweg des Prüfschlittens 1. Der Öffnungswinkel des Bremsflächen-Bauteils 5 sollte nicht zu groß sein, da sonst der Hubweg des Kolbens 6 im Hydraulikzylinder 7 zu groß wird. Ein Öffnungswinkel (Winkel zwischen zwei sich bezüglich der Längsachse 5' des Bremsflächen-Bauteils 5 gegenüberliegenden Bremsflächen 3) sollte maximal  $30^\circ$  betragen.

Gemäß der in Fig. 1 weiterhin dargestellten Ausführungsform ist mindestens die beim Ausfahren der Kolben 6 zu belastende Kammer der Hydraulikzylinder 7, also die von den Bremsbelägen 4 abgelegene Kammer, über ein Ventil 9 und Leitungen 10 mit einem Hydraulikaggregat 11 verbunden. Dieses Hydraulikaggregat 11 wird im wesentlichen dazu benutzt, um den bzw. die Kolben 6 des bzw. der Hydraulikzylinder 7 in Richtung auf die Längsachse 5' des Bremsflächen-Bauteils 5 zu zufahren.

Das Hydraulikaggregat 11 wird von einer speicherprogrammierbaren Steuerung 12 gesteuert, mit der es über Elektronik-Leitungen 13 verbunden ist. Auch die sehr schnell wirkenden Ventile 9 sind über Elektronik-Leitungen 14 mit der speicherprogrammierbaren Steuerung verbunden.

Vor Beginn der Simulation eines Crash-Versuches werden die Kolben 6 der Hydraulikzylinder 7 auf die Längsachse des Bremsflächen-Bauteils 5, die parallel zur Bewegungsrichtung (Pfeil 2) des Prüfschlittens 1 liegt, zugefahren, so daß die Bremsbeläge 4 den minimalen Abstand voneinander haben. Die Sollwert-Kurve, z. B. die Kurve gemäß Fig. 2, wird als Vorgabe in die speicherprogrammierbare Steuerung 12 eingegeben.

Bewegt sich nun der Prüfschlitten 1 mit dem Bremsflächen-Bauteil 5 und den zu prüfenden Gegenständen auf die Bremsbeläge 4 zu und berühren die Bremsflächen 3 des Bremsflächen-Bauteils 5 die Bremsbeläge 4, so werden die Bremsbeläge 4 in Richtung auf die Hydraulikzylinder 7 zubewegt und die Kolben 6 werden in die Hydraulikzylinder 7 hinein gedrückt. Dadurch erhöht sich in den belasteten hinteren Kammern der Hydraulikzylinder 7 der Druck und die über das Bremsflächen-Bauteil 5 auf den Prüfschlitten ausgeübte Bremswirkung steigt an. Durch gesteuertes Öffnen der Ventile 9 kann der Druck in den hinteren Kammern verringert werden, wodurch die Bremswirkung nachläßt.

Werden die Ventile 9 daraufhin wieder voll geschlossen, so baut sich erneut ein Druck in den hinteren Kammern der Hydraulikzylinder 7 auf und die Bremswirkung steigt wiederum an, da das weiter bewegte Bremsflächen-Bauteil 5 im Anlagebereich der Bremsbeläge 4 durch die spezielle Ausbildung des Bauteils 5 einen sich

vergrößernden Querschnitt aufweist.

Durch geeignete Wahl des Öffnungswinkels des Bremsflächen-Bauteils 5 und der entsprechenden Steuerung der Öffnung der Ventile kann jede aus vollständigen Crash-Tests bekannte Verzögerungs-Zeitfunktion nachgestellt werden. Dabei werden die Ventile 9 durch die speicherprogrammierbare Steuerung 12 gesteuert gegebenenfalls nur etwas, also gedrosselt, geöffnet.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung, bei der das hydraulische Energievernichtungs-System zumindest bezüglich der Bremsen ähnlich aufgebaut ist, wird jeweils ein anders ausgebildeter Hydraulikzylinder 7 verwendet, der im wesentlichen aus zwei Teilen 15 und 16 besteht. Durch die beiden Teile 15 und 16 wird jeweils ein Raum 17 bzw. 18 geschaffen. Getrennt werden diese beiden Räume 17 und 18 durch eine Blende mit einer Blendenöffnung 19. Die Blende kann dabei einstückig mit dem den Raum 18 umgebenden Zylinderteil 16 ausgebildet sein, sie kann aber auch, wie hier dargestellt, als gesondertes Teil ausgebildet sein und mit entsprechenden Endflanschen der beiden Teile über Schraubverbindungen 23 verbunden sein. Der Hydraulikzylinder 7 läßt sich dann etwa mittig zerlegen.

In dem einen, etwas größeren Raum 18 des Hydraulikzylinders 7 ist ein Kolben 6 axial verschiebbar angeordnet, wobei dieser Kolbenraum 18 eine axiale Länge aufweist, die etwa um die Dicke des Kolbens 6 länger ist, als der andere Raum 17 des Hydraulikzylinders 7. Eine Kolbenstange 20 ist an dem Kolben festgelegt ist und tritt axial auf dieser Seite des Hydraulikzylinders 7 aus diesem aus.

Auf der anderen Seite des Kolbens 6 ist in dessen Achse ein Dorn 21 lösbar befestigt, der über seine Länge unterschiedliche Durchmesser aufweist und durch die Blende 19 hindurch dringt. Die Summe der axialen Länge dieses Dorns 21 und der axialen Dicke der Blende 19 entsprechen etwa der axialen Länge des anderen Raums 17 des Hydraulikzylinders 7. Die Befestigung des Dorns 21 an dem Kolben 6 wird dabei vorzugsweise durch Einschrauben des Dorns 21 in den Kolben 6 erhalten. Dazu ist an dem freien Ende des Dorns 21 — hier — ein Vierkant angeordnet.

Der Durchmesser der Blende 19 entspricht dem maximalen Durchmesser des Dorns 21.

Der Hydraulikzylinder 7 weist — hier — an dem Ende, an dem die Kolbenstange 20 austritt, einen Flansch 24 auf, mit dem der Hydraulikzylinder 7 ortsfest festgelegt ist.

An seinem anderen Ende weist der Hydraulikzylinder 7 eine Öffnung 22 auf, an der eine Leitung 10 (vgl. Fig. 1) abgeschlossen ist, die bei dieser Ausführungsform direkt mit einem Hydraulikaggregat 11 verbunden ist.

Die Kolbenstange 20 wirkt ebenso wie die Kolbenstange 6 der oben beschriebenen Ausführungsform auf je einen Bremsbelag 4 ein (vgl. Fig. 1).

Auch bei dieser Ausführungsform pumpt das Hydraulikaggregat 11 vor Beginn der Simulation eines Crash-Versuches über die Leitung 10 und die Öffnung 22 in den Hydraulikzylinder 7 Hydrauliköl hinein, so daß der Kolben 6 derart verschoben wird, daß die Kolbenstange aus dem Hydraulikzylinder 7 herausbewegt wird. Dabei verschiebt sich auch der am Kolben 6 festgelegte Dorn 21 durch die Blende 19 hindurch. Die an der Kolbenstange angelenkten Bremsbeläge werden auf das Bremsflächen-Bauteil 5 (vgl. Fig. 1) zu bewegt. Der Dorn 21 befindet sich dabei fast vollständig im Kompressionsraum 18, in dem der Kolben 6 angeordnet ist.

Bewegt sich nun der Prüfschlitten 1 mit dem Brems-

flächen-Bauteil 5 und den zu prüfenden Gegenständen auf die Bremsbeläge 4 zu und berühren die Bremsflächen 3 des Bremsflächen-Bauteils 5 die Bremsbeläge 4, so werden die Bremsbeläge 4 in Richtung auf die Hydraulikzylinder 7 zu bewegt und die Kolben 6 werden in die Hydraulikzylinder hinein gedrückt. Dadurch erhöht sich der Druck im Kompressionsraum 18 und die auf das Bremsflächen-Bauteil 5 auf den Prüfschlitten ausgeübte Bremswirkung steigt an. Insofern passiert hier das gleiche, wie oben im Rahmen der anderen Ausführungsform beschrieben.

Hier wird nun das Hydrauliköl aus dem Kompressionsraum 18 in den "Spritz"-Raum 16 gedrückt. Das dabei die beiden Räume wechselnde Volumen des Hydrauliköls hängt nun aber nicht nur von anliegendem Druck ab, sondern auch vom verbleibenden Öffnungsquerschnitt zwischen der Oberfläche des Dorns 21 und der Blendenöffnung. Je nachdem, welcher Querschnitts-Abschnitt des Dorns 21 sich momentan im Bereich der Blende 19 befindet, kann das Hydrauliköl mehr oder weniger schnell abfließen und dementsprechend ändert sich auch der Druck im Kompressionsraum 18 einerseits und zwischen den Bremsflächen und den Bremsbelägen.

Die Druckänderung kann darüber hinaus noch dadurch beeinflußt werden, daß das Hydraulikaggregat ein freies Abfließen des Öls über die Öffnung 22 und die Leitung 10 zuläßt oder dieses z. B. durch insbesondere gleichmäßige Drosselung hindert.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 8 ist nur ein einziger Hydraulikzylinder 7 vorgesehen, der allerdings gegenüber der Ausführungsform gemäß Fig. 1 senkrecht zur Längsachse 5' des Bremsflächen-Bauteils 5 beweglich ist. Der Hydraulikzylinder 7 wird von einer nicht dargestellten Führung gehalten. An dem Kolben 6 des Hydraulikzylinders 7 ist ein erster Bremsbelag 4 angeordnet, der — in Fig. 8 — von oben auf die Bremsfläche 3 einwirkt. Diesem ersten Bremsbelag 4 liegt auf der anderen Seite des Bremsflächen-Bauteils 5 ein zweiter Bremsbelag 4' gegenüber, der einen Flansch 25 aufweist, an dem ein Gestänge 26 angreift, welches an dem Hydraulikzylinder 7 angelenkt ist. Hydraulikzylinder 7 und der zweite Bremsbelag 4' werden über das Gestänge synchron zueinander bewegt. Das Gestänge 26 kann durch zwei miteinander verbundene Traversen gebildet sein, deren eine an dem Hydraulikzylinder 7 und deren andere am dem Flansch 25 des zweiten Bremsbelages 4' festgelegt sind.

Vor Beginn der Simulation eines Crash-Versuches wird der Hydraulikzylinder 7 und damit der zweite Bremsbelag 4' — in Fig. 8 — nach oben bewegt und der Kolben 6 des Hydraulikzylinders 7 wird hydraulisch aus diesem heraus geschoben, wodurch der erste Bremsbelag — hier — nach unten bewegt wird und sich die beiden Bremsbeläge 4 und 4' an ihren in Fig. 8 linken Ende berühren bzw. fast berühren.

Bewegt sich nun der Prüfschlitten 1 mit dem Bremsflächen-Bauteil 5 und den zu prüfenden Gegenständen auf die Bremsbeläge 4 und 4' zu und berühren die Bremsflächen 3 des Bremsflächen-Bauteils 5 die Bremsbeläge 4 und 4', so werden die Bremsbeläge senkrecht zur Achse 5' von dieser weg bewegt. Da der zweite Bremsbelag 4' über das Gestänge 26 an dem Hydraulikzylinder 7 angelenkt ist, wird dieser — hier — nach unten bewegt, während der erste Bremsbelag 4 den Kolben 6 in den Hydraulikzylinder 7 gegen den Hydraulikdruck hineinschiebt. Dadurch erhöht sich der Druck im Kompressionsraum 18 und die auf das Bremsflächen-Bauteil 5 auf den Prüfschlitten ausgeübte Bremswirkung



steigt an. Insofern passiert hier das gleiche, wie oben im Rahmen der anderen Ausführungsform beschrieben.

Als Hydraulikzylinder 7 kann hier bevorzugt der im Rahmen der Fig. 7 beschriebene (siehe oben) benutzt werden, es kann jedoch auch einer der beiden im Rahmen der Beschreibung zu Fig. 1 beschriebenen Hydraulikzylinder benutzt werden.

Auch bei der Ausführungsform gemäß Fig. 9 ist nur ein einziger Hydraulikzylinder 7 vorgesehen. Weiterhin werden hier noch die "Hebelgesetze" eingesetzt. Zwei — insbesondere — gleich lange Hebel 28 sind hier etwa mittig ortsfest aber verschwenkbar gelagert, wobei die Lagerstellen der beiden Hebel einen festen Abstand voneinander haben, was durch die Linie 27 angedeutet ist. An den beiden freien — hier — rechten Enden der beiden Hebel 28 ist jeweils mittels eines Verbindungsmittels 29, wie Stange od. dgl., je ein Bremsbelag 4 ange-  
lenkt, der auf je eine von zwei Bremsflächen 3 des Bremsflächen-Bauteils 5 einwirken kann.

An dem anderen Ende des — hier oberen — Hebels 28' ist ein Hydraulikzylinder 7 angelenkt, während an dem entsprechenden Ende des anderen — hier unteren — Hebels 28'' der Kolben 6 des Hydraulikzylinders 7 angelenkt ist.

Stößt nun bei der Simulation eines Crash-Versuches das Bremsflächen-Bauteil 5 mit seinen zwei Bremsflächen 3 zwischen die beiden zuvor durch das Ausfahren des Kolbens 6 aus dem Hydraulikzylinder 7 zusammengefahrenen Bremsbeläge 4, so werden diese auseinander gedrückt, wodurch über die Hebel 28 der Kolben 6 in den Hydraulikzylinder 7 hinein gedrückt wird.

Auch hier kann vorteilhaft der anhand der Fig. 7 beschriebene Hydraulikzylinder benutzt werden, wenn-  
gleich auch der im Rahmen der Fig. 1 beschriebene Hydraulikzylinder benutzt werden kann.

Aufgrund der Ausbildung mit den Hebeln 28 kann nun auch der Verschwenkpunkt der Hebel 28, die Anlenkung der Hebel 28 an den Festpunkten geändert werden, d. h., die Verschwenkpunkte der Hebel 28 können auch außerhalb der Mitte vorgesehen sein, so daß die an dem Hydraulikzylinder 7 und dem Kolben 6 angreifenden Kräfte entsprechend den Hebelgesetzen ( $Kraft \times Weg$ ) von den an den Bremsbelägen bzw. ihren Verbindungsmitteln 29, wie Stange od. dgl., angreifenden Kräfte unterschiedlich sein können.

Wesentlich ist nur, daß die Hebel 28 eine Steifigkeit aufweisen, die ein wesentliches Verbiegen derselben verhindert.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Prüfschlitten
- 2 Pfeil (Fahrtrichtung)
- 3 Bremsfläche
- 4 Bremsbelag
- 5 Bremsflächen-Bauteil
- 5' Längsachse des Bremsflächen-Bauteils
- 6 Kolben von 7
- 7 Hydraulikzylinder
- 8 Gelenkanbindung
- 9 Ventil
- 10 Hydraulik-Leitung
- 11 Hydraulikaggregat
- 12 speicherprogrammierbare Steuerung
- 13 Elektronik-Leitung
- 14 Hydraulik-Leitung
- 15 erster Zylinderteil
- 16 zweiter Zylinderteil

- 17 erster Zylinderraum
- 18 zweiter Zylinderraum
- 19 Blende
- 20 Kolbenstange
- 21 Dorn
- 22 Öffnung
- 23 Schraubverbindung
- 24 Flansch des Hydraulikzylinders 7
- 25 Flansch am Bremsbelag 4'
- 26 Gestänge
- 27 Linie (= ortsfeste Lagerstellen)
- 28 Hebel
- 29 Verbindungsmittel

#### Patentansprüche

1. Hydraulisches Energievernichtungs-System für die Simulation von Crash-Versuchen mittels kurzzeitiger Abbremsung eines bewegten Gegenstandes (1) mit mindestens einer aus zwei Bremseinheiten bestehende Bremse, deren eine im wesentlichen ortsfest und deren andere mit dem Gegenstand beweglich ist, wobei die eine Bremseinheit eine Bremsfläche (3) und die andere Bremseinheit ein Bremsbelag (4) ist, die eine Bremseinheit auf die andere Bremseinheit hydraulisch ansteuerbar ist und der Druck der einen Bremseinheit auf die andere Bremseinheit mittels einer Steuerung (12) regelbar ist.
2. Energievernichtungs-System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinheiten mit der Bewegungsrichtung (Pfeil 2) des Gegenstandes (1) einen Winkel einschließen.
3. Energievernichtungs-System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Bremseinheit, vorzugsweise der Bremsbelag (4), an dem Kolben (6) eines Hydraulikzylinders (7) angelenkt ist.
4. Energievernichtungs-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Hydraulikzylinder (7), an dessen Kolbenstange ein erster Bremsbelag (4) angelenkt ist, über ein Gestänge (26) ein zweiter Bremsbelag (4') angeordnet ist, dessen Wirkrichtung der Wirkrichtung des ersten Bremsbelages entgegengesetzt ist.
5. Energievernichtungs-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei sich gegenüberliegende Bremsbeläge (4) jeweils über ein Verbindungsmittel (29), wie Stange od. dgl., je an einem Hebel (28) angelenkt sind, die beiden Hebel (28) ortsfest (Linie 27), aber verschwenkbar angeordnet sind, und der eine Hebel (28') an dem Hydraulikzylinder (7) und der andere Hebel (28'') an dem Kolben (6) des Hydraulikzylinders (7) angelenkt ist.
6. Energievernichtungs-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikzylinder (7) über mindestens ein Ventil (9) mit einem Hydraulikaggregat (11) verbunden ist.
7. Energievernichtungs-System nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (9) von einer speicherprogrammierbaren Steuerung (12) angesteuert wird.
8. Energievernichtungs-System nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Ventil (9) durch die

speicherprogrammierbare Steuerung (12) regelbar ist, um den Druck im Hydraulikzylinder (7) zu entlasten.

9. Energievernichtungs-System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Hydraulikzylinder (15) an dem Kolben (6) in dessen Achse ein Dorn (21) angeordnet ist, der durch eine in dem Hydraulikzylinder (7) angeordnete Blende (19) bewegbar ist und über seine Länge unterschiedliche Durchmesser aufweist.

10. Energievernichtungs-System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (19) den Hydraulikzylinder (7) in zwei Zylinderräume (17, 18) aufteilt, wobei insbesondere in deren einem Raum (18) der Kolben (6) angeordnet ist und dessen anderer Raum (17) eine Öffnung (22) angeordnet ist, die über eine Leitung (10) mit einem Hydraulikaggregat (11) verbunden ist.

11. Energievernichtungs-System nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn (21) und vorzugsweise auch die Blende (19) gegen geometrisch anders geformte Dorne (21) bzw. Blenden (19) austauschbar sind.

12. Energievernichtungs-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Bremsen vorgesehen sind, deren Bremseinheiten (3, 4) miteinander einen Winkel einschließen, dessen Spitze in Bewegungsrichtung (Pfeil 2) des Objektes gesehen vorne angeordnet ist.

13. Energievernichtungs-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein die jeweils eine Bremseinheit (3) der mehreren Bremsen bildendes Bauteil (5) pyramiden- oder keilförmig oder pyramiden- oder keilstumpfförmig ausgebildet ist.

14. Verfahren zum Betreiben des Energievernichtungs-Systems nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, bei dem der auf die Bremse(n) ausgeübte Druck mittels der Ventile entsprechend einer programmierbaren Verzögerungs-Zeitfunktion gesteuert wird.

15. Verfahren zum Betreiben des Energievernichtungs-Systems nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5 oder 9 bis 11, bei dem der auf die Bremse(n) ausgeübte Druck mittels der geometrischen Form des Dorns entsprechend einer vorgegebenen Verzögerungs-Zeitfunktion gesteuert wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -



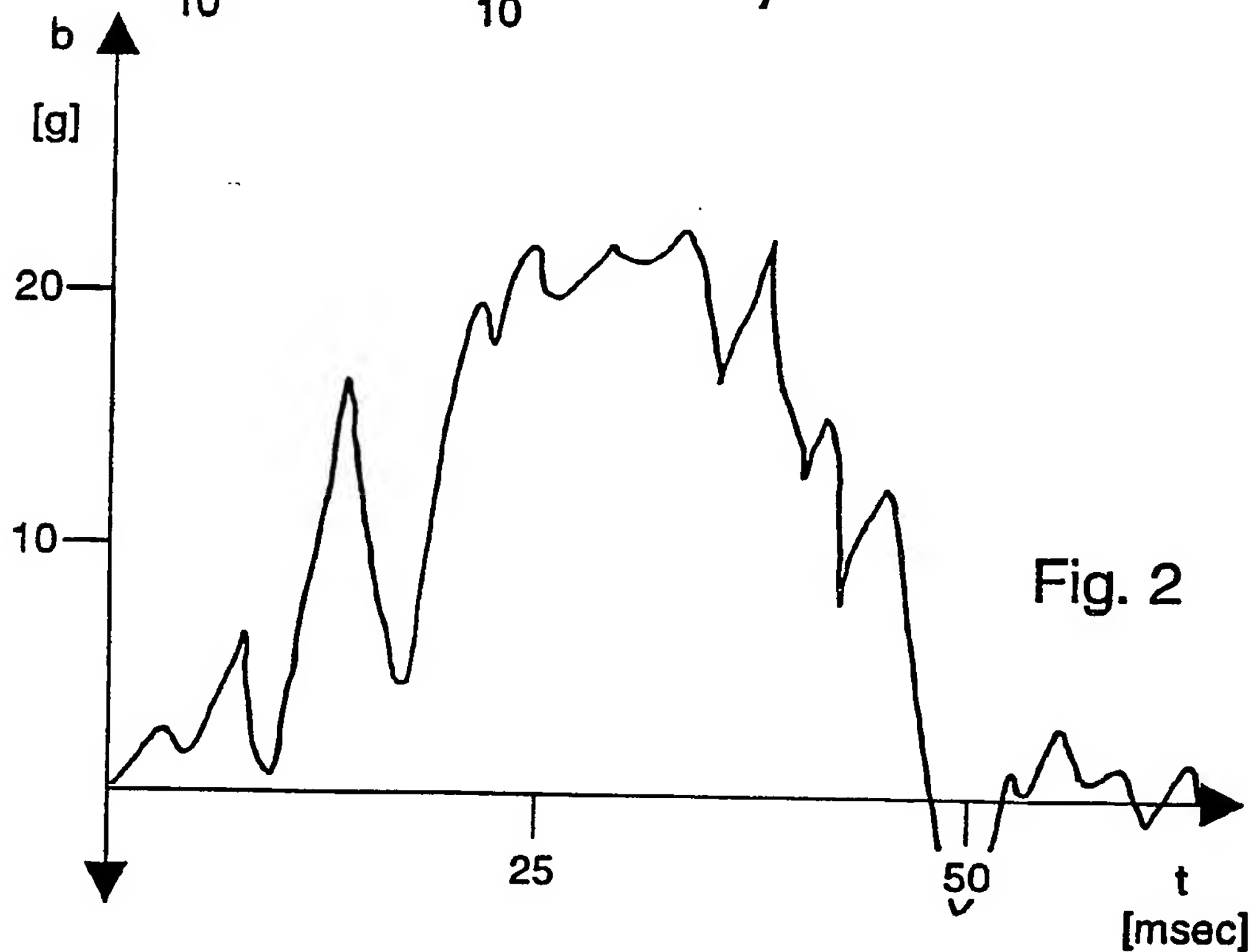
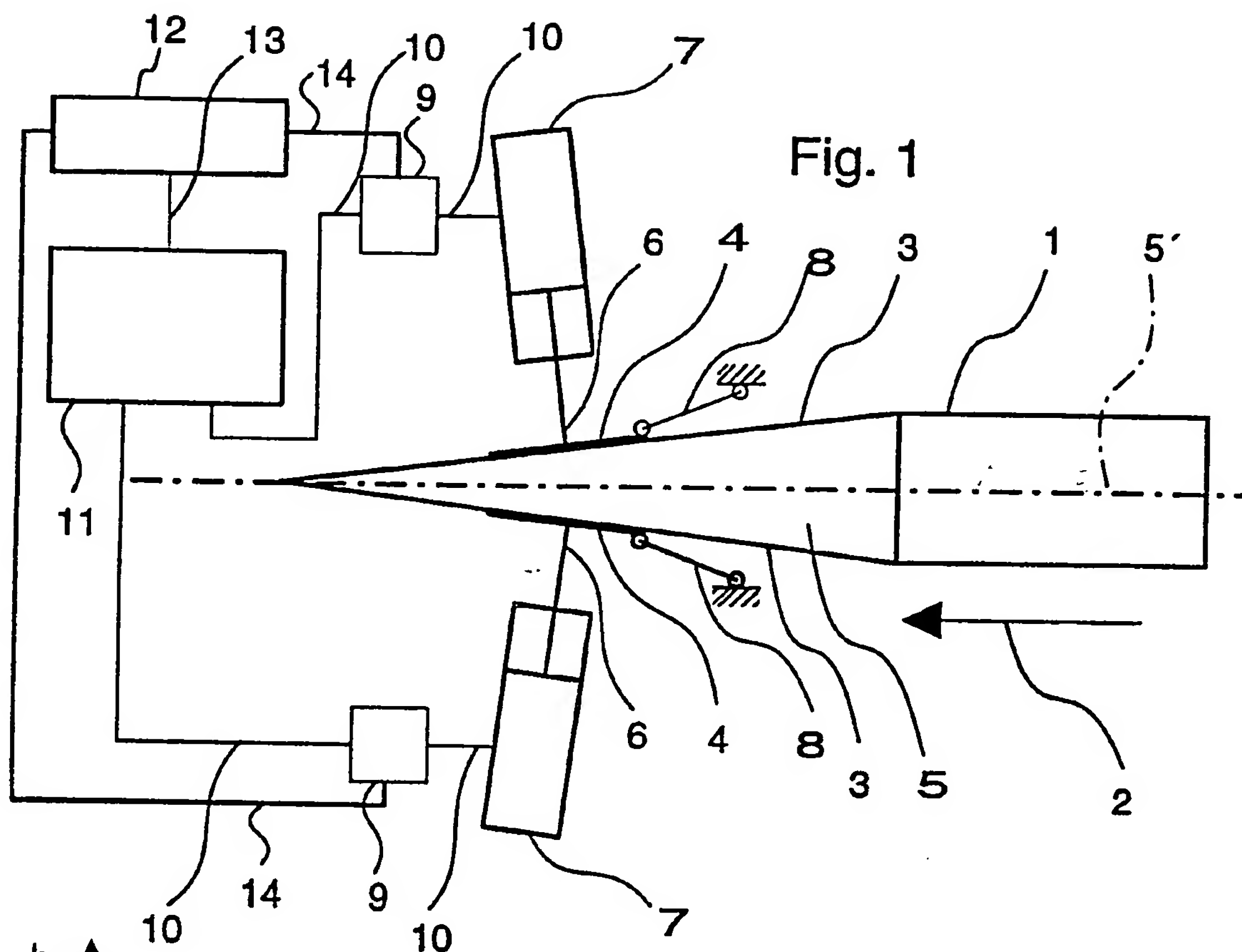


Fig. 3

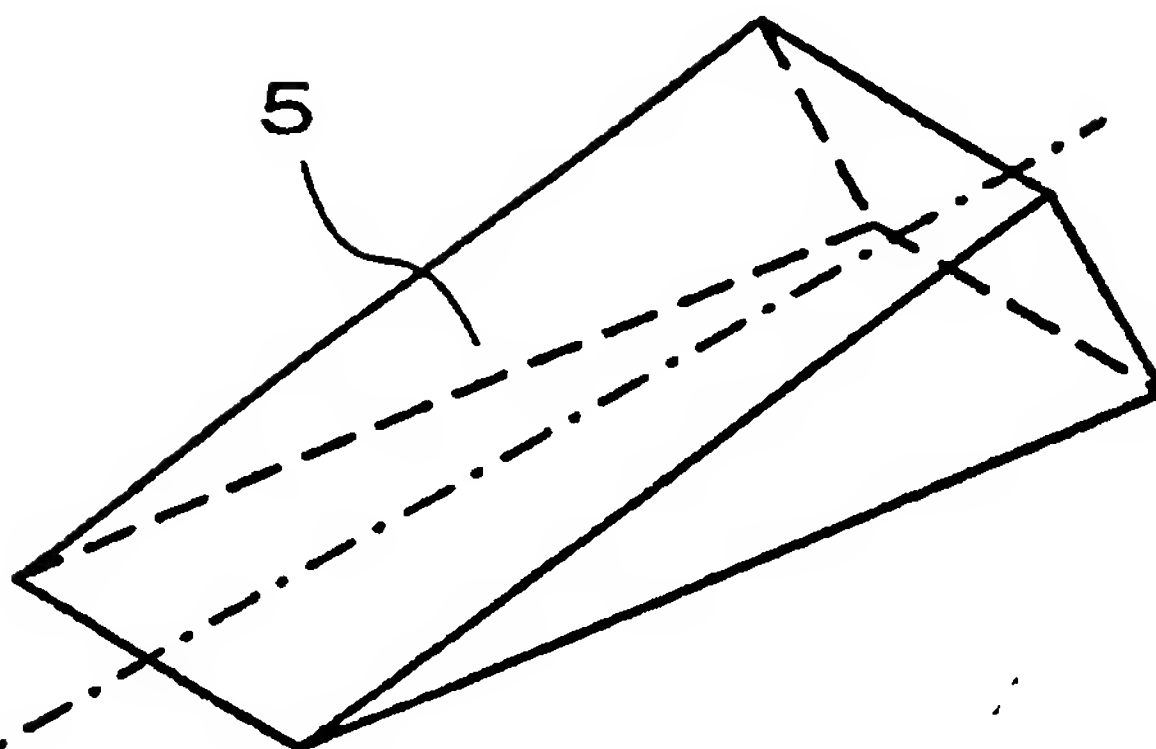


Fig. 4

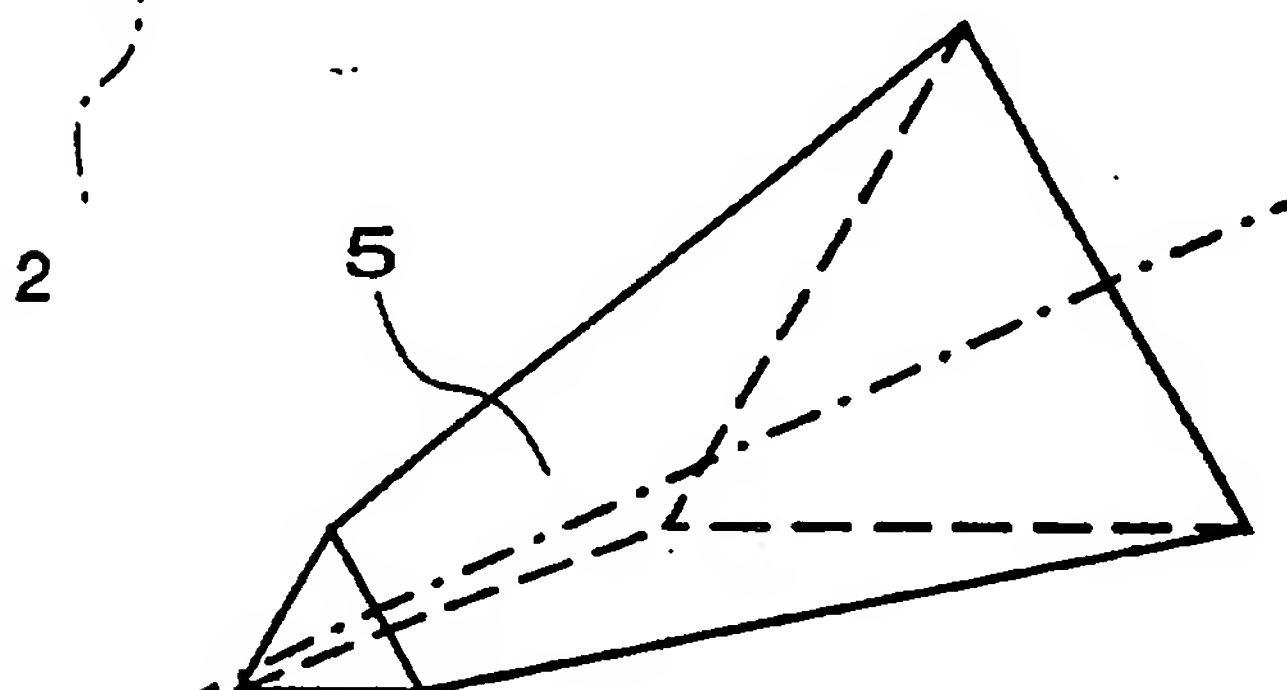


Fig. 5

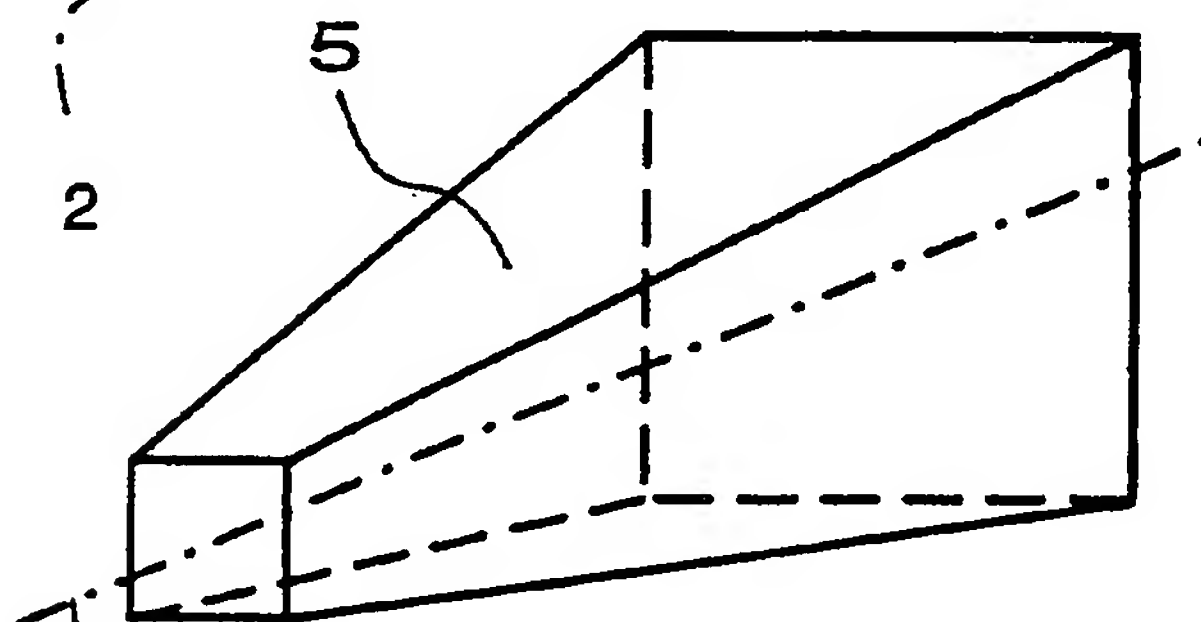
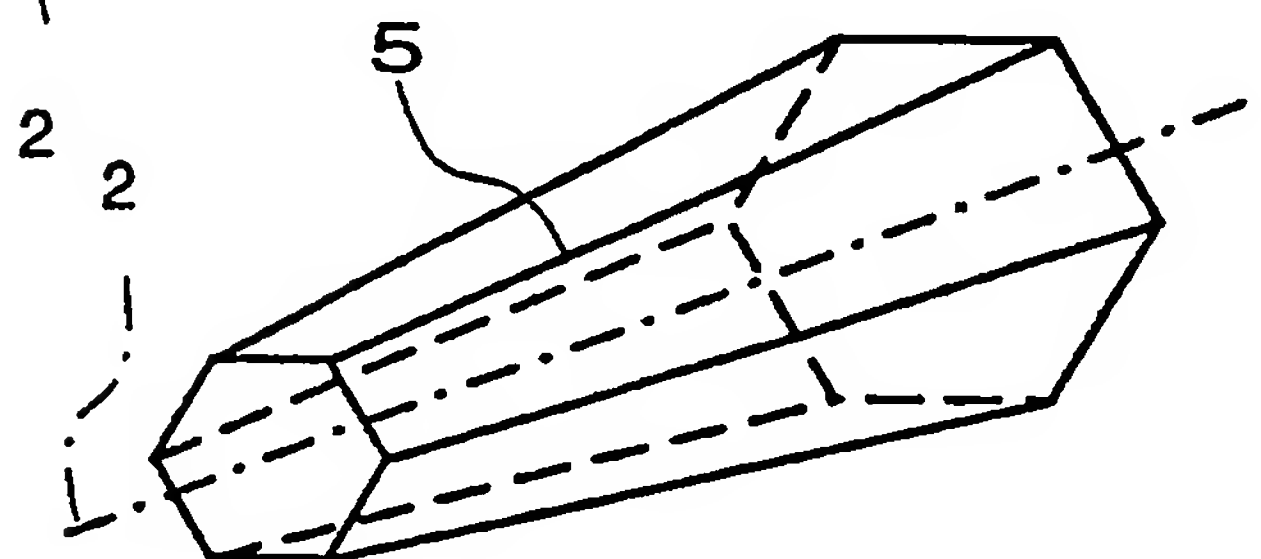


Fig. 6



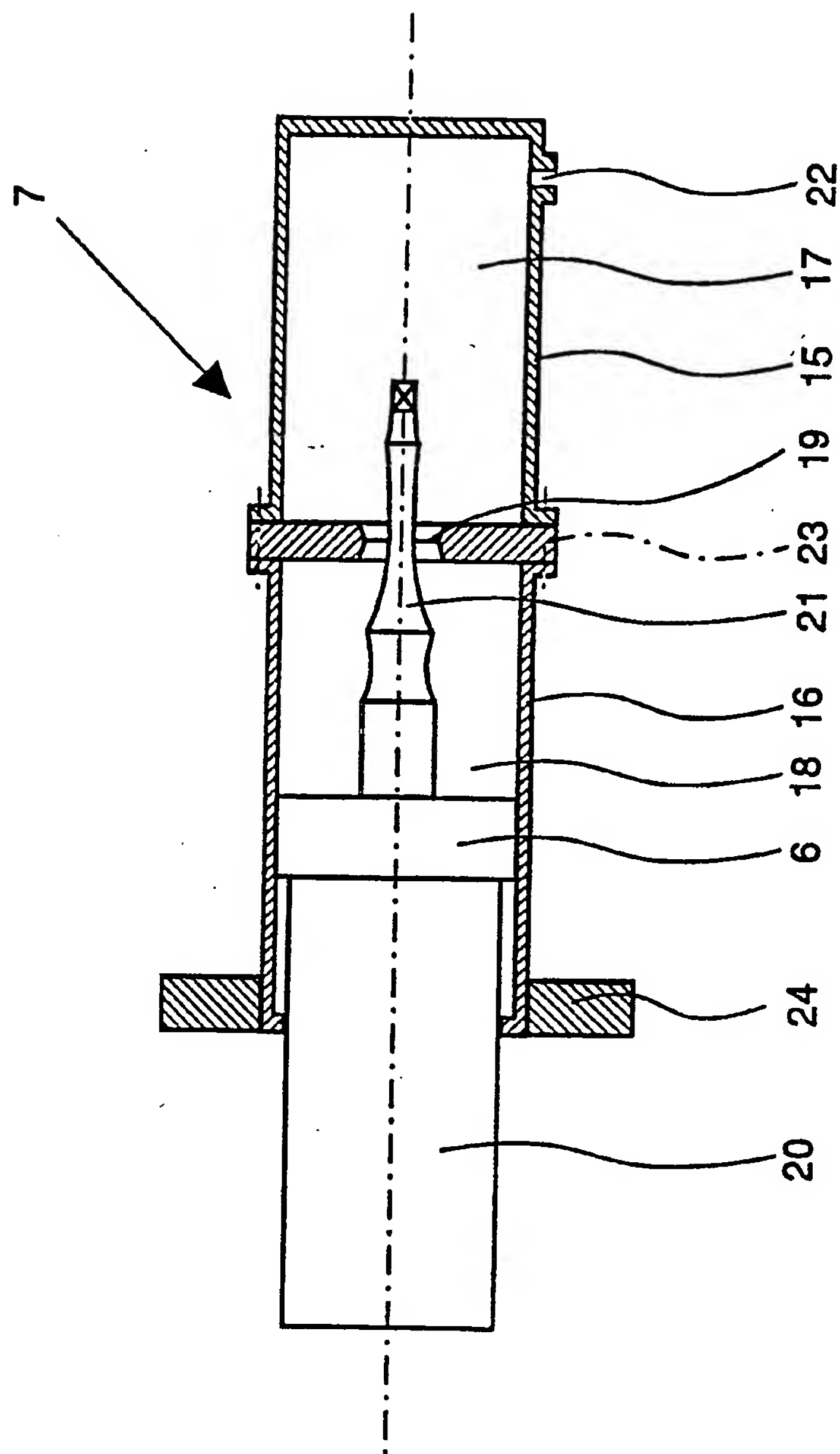


Fig. 7



